

DETECCION EXPERIMENTAL DE COMPATIBILIDAD GENETICA EN
LA GEOFITA *PASITHEA COERULEA* (RUIZ ET PAVON) D. DON
(LILIACEAE)

*EXPERIMENTAL DETECTION OF GENETIC COMPATIBILITY IN THE
GEOPHYTE PASITHEA COERULEA (RUIZ ET PAVON) D. DON
(LILIACEAE)*

Lohengrin A. Cavieres G.¹ y Mary T.K. Arroyo ²

RESUMEN

ABSTRACT

Se describen los resultados de producción de semillas en experimentos de autopolinización, polinización cruzada, emasculaciones y polinización natural en la geófita nativa *Pasithea coerulea* (Ruiz et Pavón) D. Don (Liliaceae). Este estudio se realizó en poblaciones de esta especie ubicadas en el sector de San Carlos de Apoquindo, Chile central (33°S). No hubo producción de semillas en flores emasculadas, indicando que ésta es una especie no apomictica. Hubo producción de semillas en los autocruzamientos, aunque ésta fue significativamente menor que la producción de semillas con polinización cruzada. El índice de autoincompatibilidad fue 0,39, indicando que esta especie es parcialmente autocompatible. Este resultado no se relaciona con una marcada tendencia a la autoincompatibilidad en especies geófitas documentada en estudios anteriores.

Results of seed production under controlled hand self- and cross-pollination, emasculation and natural pollination are described for the native geophyte *Pasithea coerulea* (Ruiz et Pavón) D. Don (Liliaceae, Monocotyledonae). This study was carried out in populations located at San Carlos de Apoquindo, central Chile (33°S). There were no seed production in emasculated flowers indicating that this is a non apomictic species. Although significantly lower than cross-pollination, there were seed produced under self-pollination. The index of incompatibility is 0,39 indicating that *P. coerulea* is partially self compatible. This last result is not in accordance with previous works that indicate a high propensity to incompatibility in geophyte species.

PALABRAS CLAVES: Autocompatibilidad, *Pasithea coerulea*, geófitas.

KEYWORDS: Self-compatibility, *Pasithea coerulea*, geophytes.

INTRODUCCION

Geófitas son aquellas especies donde la parte persistente del individuo queda completamente protegida bajo tierra (Font Quer, 1993). Esto ocurre gracias a la adaptación o modificación del tallo o raíz (bulbos, rizomas, tubérculos, etc.), en

el cual se mantiene protegida la yema vegetativa apical en forma subterránea durante algún período desfavorable, permitiendo la regeneración de la parte aérea una vez transcurrido el período desfavorable. Esta forma de vida estaría particularmente adaptada a climas estacionales e impredecibles (Dafni *et al.*, 1981a). Las geófitas son muy abundantes en la vegetación de zonas semidesérticas y zonas con clima tipo mediterráneo (Dafni *et al.*, 1981b).

Hoffmann (1989a) cita alrededor de 180 especies de geófitas monocotiledóneas para Chile, muchas de las cuales son endémicas (Marticorena, 1990) y/o con rangos geográficos de distribución muy limitados, determinando serios problemas de

¹ Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile. E-mail: lcaviere@udec.cl.

² Depto. de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

conservación en este tipo de especies (Hoffmann, 1989b). Saavedra *et al.* (1996) han documentado que en las geófitas existe una marcada tendencia a encontrar especies autoincompatibles, lo que guardaría relación con la alta longevidad que presentan las especies de esta forma de vida.

Pasithea coerulea (Ruiz et Pavón) D. Don. (Liliaceae) es una hierba geófitas, conocida vernacularmente como azulillo, muy común en el matorral de Chile central y la única representante del género a nivel mundial. A pesar de que los sistemas de reproducción en plantas han sido estudiados en detalle en algunas comunidades de plantas en Chile (Arroyo & Squeo, 1990; Arroyo & Uslar, 1993; Riveros *et al.*, 1996), aún persiste un amplio espectro de especies, especialmente geófitas (c.f., Saavedra, 1996), de las cuáles se desconocen aspectos de su biología de reproducción.

El presente estudio tiene como objetivo determinar el sistema reproductivo y el grado de compatibilidad genética de individuos de *Pasithea coerulea*, contrastando la producción de semillas de flores que son polinizadas manualmente con polen del mismo individuo, tanto como con polen de otros individuos.

MATERIALES Y METODOS

ESPECIE DE ESTUDIO: *Pasithea coerulea* es una hierba perenne de 0,9 a 1,2 m de altura, de rizoma fuerte y muy fibroso. Sus hojas son planas y delgadas, angostándose suavemente hacia el ápice. El tallo es recto, glabro y liso de 30-45 cm de largo. La inflorescencia es una panícula de 15-20 cm de largo, con 2-3 hojuelas en la base de las ramificaciones florales. En su ápice, la inflorescencia lleva varias flores muy llamativas con 6 tépalos de color azul y 6 estambres con anteras amarillas. El estilo es de 1-3 cm de largo y es levemente más largo que los estambres (Muñoz, 1966). Su período de floración se extiende desde septiembre a diciembre (Navas, 1973). Habita desde Antofagasta a Valdivia (Hoffmann, 1989), siendo particularmente común en Chile central-mediterráneo, donde crece preferentemente en laderas de cerros y terrenos pastosos (Hoffmann, 1995).

SITIO DE ESTUDIO: Los experimentos para la deter-

minación del sistema reproductivo de *Pasithea coerulea* se llevaron a cabo entre los meses de octubre y noviembre de 1989 en el sector de San Carlos de Apoquindo (33°27'S, 70°42'W, 900 m s.n.m.) pertenecientes al Club Deportivo de la Universidad Católica de Chile.

El clima del área de estudio, y en general para Chile central, corresponde a un clima tipo mediterráneo (Di Castri & Hajek, 1976) con estacionalidad en las temperaturas y precipitaciones. Las precipitaciones se concentran en la época de invierno, mientras que la estación seca corresponde al verano. En un año normal la cantidad total de precipitaciones es de alrededor de 350 mm, aunque existe una alta variabilidad interanual en la cantidad de precipitaciones (Aceituno, 1990). La temperatura media anual es de alrededor de 14°C, con una moderada oscilación térmica entre el período invernal y la época estival (Di Castri & Hajek, 1976).

SISTEMA DE REPRODUCCION: Inflorescencias de dieciocho individuos de *Pasithea coerulea* fueron cubiertas con bolsas de algodón, antes de iniciar el período de floración, para evitar la intromisión de cualquier agente polinizador externo. Posteriormente, todas las flores contenidas dentro de las bolsas de algodón fueron emasculadas. En este grupo de flores cubiertas y emasculadas se realizaron 3 tratamientos. En un grupo de nueve individuos las flores fueron polinizadas manualmente con polen de otra flor del mismo individuo. En otro grupo, también de nueve individuos, las flores fueron polinizadas manualmente con polen proveniente de otros individuos. Para este propósito se escogieron individuos distantes a 2, 10 y 30 metros del individuo receptor de polen. En el último grupo de nueve individuos las flores fueron dejadas sin mayor manipulación para determinar la capacidad de apomixis en esta especie. Una vez terminadas las manipulaciones experimentales de las flores éstas eran nuevamente cubiertas por las bolsas de algodón para evitar cualquier efecto posterior de los polinizadores. En forma simultánea a los experimentos de cruzamiento, nueve individuos fueron etiquetados en el campo y dejados para ser polinizados en forma natural. Después de tres a cuatro semanas de efectuados los cruzamientos las bolsas fueron retiradas, procediéndose a la recolección de los frutos, para posteriormente contabilizar en el laboratorio la producción de semillas por fruto.

TABLE I. Resultados de los cruzamientos experimentales efectuados en *Pasitheia coerulea* (Ruiz et Pavón) D. Don (Liliaceae) para determinar el sistema reproductivo de la especie. D.E. es desviación estándar.

Tratamiento	Nº plantas	Nº Flores	Nº Frutos	% Frutos	Promedio Nº semillas/flor	D.E.	Promedio Nº semillas/fruto	D.E.
Polinización manual cruzada	9	44	36	82	3.1	0.9	3.6	1.4
Auto-polinización manual	9	40	30	75	1.2	1.0	1.7	1.0
Apomixis	6	22	0	0	0	0	0	0
Polinización natural	9	24	20	83	3.5	1.7	4.2	2.2

Con el propósito de evaluar diferencias en la producción de semillas por fruto con cada tratamiento se realizó una prueba de Mann-Whitney. Para determinar el sistema reproductivo de *Pasitheia coerulea* se calculó el índice de incompatibilidad genética (ISI) dividiendo el número de semillas/flor producidas por autopolinización manual por el número de semillas/flor producidas por fecundación cruzada, según lo indican Ruiz y Arroyo (1978).

RESULTADOS Y DISCUSION

En ninguna de las flores emasculadas hubo producción de frutos, con lo cual se descarta la presencia de apomixis en *Pasitheia coerulea*.

El éxito de fructificación en los individuos autopolinizados es menor a lo alcanzado con los entrecruzamientos o la polinización natural (Tabla I). La producción de semillas por fruto fue significativamente menor cuando la flor es polinizada con polen del mismo individuo que cuando proviene de otro individuo ($U = 44$, $n = 9$; $p < 0.01$, Tabla I). Sin embargo, existe producción de semillas cuando el polen es del mismo individuo, sugiriendo que esta especie sería genéticamente autocompatible.

El índice de incompatibilidad genética (ISI) da un valor de 0.39, superior al valor 0.2 que es el límite para especies autoincompatibles propuesto por Ruiz & Arroyo (1978), pero menor que 0.5 que es límite para las especies totalmente compatibles. En consecuencia, *Pasitheia coerulea* es una especie parcialmente autocompatible. La presencia de compatibilidad genética en esta geófito no concuerda con la marcada autoincompatibilidad documentada por Saavedra *et al.* (1996) para especies geófitas. Estos autores relacionaron el alto grado de incompatibilidad en las especies geófitas con una alta

longevidad que presentarían dichas especies, ya que las especies más longevas, especialmente las leñosas, tienden a presentar mayor grado de incompatibilidad (Arroyo & Squeo, 1990; Peralta *et al.*, 1992; Arroyo & Uslar, 1993; Riveros *et al.*, 1995, 1996).

Las plantas polinizadas bajo condiciones naturales tuvieron en promedio una producción de semillas por fruto significativamente mayor que las polinizadas manualmente con polen proveniente del mismo individuo ($U = 51$, $n = 9$; $p < 0.01$). El éxito de fructificación es muy similar entre los entrecruzamientos y la polinización natural (Tabla I). A su vez en la polinización natural hubo una mayor producción de semillas por fruto que en las plantas que fueron cruzadas con polen de otro individuo, aunque esta diferencia no es significativa ($U = 2$, $n = 9$; n.s.). Esta última situación es común en los experimentos de cruzamientos manuales (e.g., Arroyo & Squeo, 1990), ya que a pesar de que las flores son manualmente polinizadas en forma reiterada con abundante polen, muchas veces no es posible coincidir con el período exacto de máxima receptividad del estigma.

Al analizar la producción de semillas con la distancia de la fuente de polen se encuentra que la producción de semillas aumenta linealmente con la distancia de procedencia del polen (Fig. 1). Waser y Price (1983) documentaron la existencia de una relación entre distancia de la fuente de polen y la magnitud de la producción de semillas. De acuerdo a estos autores, la producción de semillas aumenta linealmente con la distancia de la fuente de polen, pero sólo hasta cierta distancia, ya que a distancias superiores la producción de semillas comienza a decaer. El punto de máxima producción de semillas se denomina distancia óptima de entrecruzamiento. Usualmente esta distancia fluctúa entre 2-10 m, de

acuerdo a lo documentado por Waser & Price (1983) para especies herbáceas perennes. En el caso de *Pasithea* aún con polen proveniente de una distancia máxima de 30 m no es posible reconocer una distancia óptima de entrecruzamiento, sugiriendo que esta distancia sería particularmente grande en comparación a lo documentado en la literatura. *Pasithea* es visitada principalmente por abejas, las que usualmente tienen cortas distancias de vuelo (Dafni, 1992) y estarían realizando cruzamientos entre individuos situados a distancias inferiores del óptimo. Por otra parte, *Pasithea* también es visitada por mariposas, las que sí tienen distancias de vuelos mucho mayores y que eventualmente podrían efectuar cruzamiento entre individuos situados a una dis-

tancia óptima. Sin embargo, es necesario realizar un mayor número de experimentos que incluya distancias mayores de procedencia del polen para poder determinar la distancia óptima de entrecruzamiento de *Pasithea coerulea*.

AGRADECIMIENTOS

A Iris Peralta y José Gregiro Rodríguez por su ayuda en la movilización al sitio de estudio, y a Ana María Humaña por sus valiosos comentarios durante la preparación del manuscrito. La redacción de este trabajo ha sido apoyada por la Cátedra presidencial en Ciencias de Mary Kalin Arroyo.

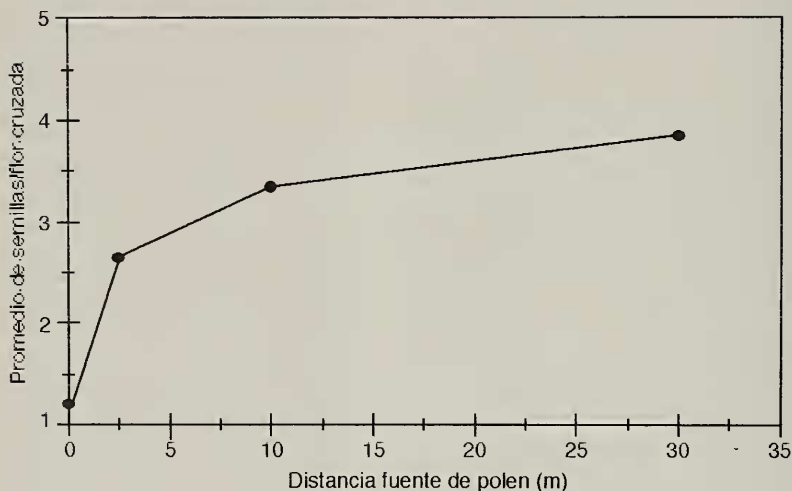


FIGURA 1: Relación entre la producción de semillas por fruto y la distancia de la fuente de polen en *Pasithea coerulea* (Ruiz et. Pavón) D. Don (Liliaceae).

BIBLIOGRAFIA

- ACETTUNO, P. 1990. Anomalías climáticas en la región sudamericana durante los extremos de la Oscilación Austral. *Revista Geofís.* 32:65-78.
- ARROYO, M.T.K. & F. SQUEO. 1990. Relationship between plant breeding systems and pollination. In: S. Kawano (ed.), *Biological Approaches and Evolutionary Trends in Plants*, pages 205-227. Academic Press, London.
- ARROYO, M.T.K. & P. USLAR. 1993. Breeding systems in a temperate mediterranean-type climate montane sclerophyllous forest in central Chile. *Bot. J. Linn. Soc.* 111: 83-102.
- DAFNI, A. 1992. *Pollination Ecology, A Practical Approach*. IRL Press, Oxford. 250 pp.
- DAFNI, A.; D. COHEN & I. NOY-MEIR. 1981a. Life-cycle variations in geophytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68:652-660.
- DAFNI, A.; A. SCHMIDA & M. AVISHAL. 1981b. Leafless autumnal-flowering geophytes in the mediterranean region: phytogeographical, ecological and evolutionary aspects. *Pl. Syst. Evol.* 137:181-193.
- DI CASTRI, F. Y E. HAJEK. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Ediciones de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 122 pp.
- FONT QUER, P. 1993. *Diccionario de Botánica Tomo I*. Ed. Labor, Barcelona, España. 607 pp.
- HOFFMANN, A.E. 1989a. Chilean monocotyledonous geophytes: taxonomic considerations and their state of conservation. *Herbetia* 45:13-28.
- HOFFMANN, A.E. 1989b. Geófitas monocotiledóneas chilenas: Sinopsis taxonómica y estado de conservación. En I. Benoit (ed.) *Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile*. CONAF, Santiago, Chile, 152 pp.
- HOFFMANN, A.E. 1995. *Flora Silvestre de Chile central* 3ª edición. Ediciones de la Fundación Claudio Gay. 255 pp.
- MARTICORENA, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Bot.* 47:85-113.
- RIVEROS, M.; M.A. PARADES, M.T. ROSAS, E. CARDENAS, J. ARMESTO, M.T.K. ARROYO & B. PALMA. 1995. Reproductive biology in species of the genus *Nothofagus*. *Environm. Exp. Bot.* 35 (4): 519-524.
- RIVEROS M.; A.M. HUMAÑA Y M.T.K. ARROYO. 1996. Sistemas de reproducción en especies del bosque valdiviano (40° Latitud Sur). *Phyton (Buenos Aires)* 58(1/2): 167-176.
- MUÑOZ, C. 1966. *Flores Silvestres de Chile*. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile, 245 pp.
- NAVAS, L. 1973. *Flora de la cuenca de Santiago de Chile tomo I*. Ediciones de la Universidad de Chile, 251 pp.
- PERALTA, I.; J.G. RODRIGUEZ & M.T.K. ARROYO. 1992. Breeding systems and aspects of pollination in *Acacia caven* (Mol.) Mol. (Leguminosae: Mimosoideae) in the mediterranean-type climate zone of central Chile. *Bot. Jahrb. Syst.* 114(3): 297-314.
- RUIZ, T. & M.T.K. ARROYO. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10(3) 221-230.
- SAAVEDRA, F.; M.T.K. ARROYO & A.J. HOFFMANN. 1996. The breeding system of *Hippeastrum advenum* (Ker-Gawl.) Herb. (Amaryllidaceae), an endemic geophyte of the mediterranean-type climate region in central Chile. *Bot. Jahrb. Syst.* 118(1): 1-8.
- WASER, N. & M. PRICE. 1983. Optimal and actual outcrossing in plants and the nature of plant pollinator interaction. In Jones, E. (ed.) *Handbook of Pollination*. Kluwer.

Fecha de publicación: 30 de junio de 1999.